

[11] JP 2845523 B
[24] Registration Date: October 30, 1998
[21] Japanese Patent Application No.: 1-296963
[22] Filing Date: November 15, 1989
[65] Publication No.: JP 3-158075 A
[43] Publication Date: July 8, 1991
Date of Request for Examination: March 11, 1996
[73] Patentee: KONICA CORP
[72] Inventor: Toru HOSHINO
[54] Title of the Invention: COLOR ESTIMATE METHOD

* * * * *

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

第2845523号

(45) 発行日 平成11年(1999) 1月13日

(24) 登録日 平成10年(1998) 10月30日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	F I
H 0 4 N 1/60		H 0 4 N 1/40 D
G 0 3 G 15/01	1 1 5	G 0 3 G 15/01 1 1 5
H 0 4 N 1/46		H 0 4 N 1/46 Z
9/79		9/79 H

請求項の数 2 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願平1-296963
(22) 出願日 平成1年(1989) 11月15日
(65) 公開番号 特開平3-158075
(43) 公開日 平成3年(1991) 7月8日
審査請求日 平成8年(1996) 3月11日

(73) 特許権者 999999999
コニカ株式会社
東京都新宿区西新宿 1 丁目26番 2 号
(72) 発明者 星野 透
東京都日野市さくら町 1 番地 コニカ株
式会社内
(74) 代理人 弁理士 山口 邦夫

審査官 橋爪 正樹

(58) 調査した分野(Int.Cl.⁸, D B 名)
H04N 1/40 - 1/409
H04N 1/46 - 1/62
H04N 9/79
G03G 15/01 115

(54) 【発明の名称】 色推定方法

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の入力色分解画像情報の各組み合わせに対する表色系の値を求めると共に、複数の出力色分解画像情報の各組み合わせに対する上記表色系の値を求め、上記複数の出力色分解画像情報の各組み合わせに対して求められた表色系の値を用いて、上記入力色分解画像情報の任意の組み合わせに対する表色系の値と同じ値またはその表色系の値を基にして求めた値を得る上記出力色分解画像情報の組み合わせを求める色推定方法において、

上記複数の出力色分解画像情報の各組み合わせに対して求められた表色系の値による出力側色再現範囲が上記複数の入力色分解画像情報の各組み合わせに対して求められた表色系の値による入力側色再現範囲より広いときには、

2

上記入出力側の色再現範囲の比に応じて上記入力側色再現範囲が拡大するように、上記入力色分解画像情報の各組み合わせに対して求められた表色系の値を拡大写像し、

この拡大写像した表色系の値と同じ表色系の値を得る上記出力色分解画像情報の組み合わせを求めることを特徴とする色推定方法。

【請求項 2】 上記拡大写像をする際、明度方向に関してはレンジを合わせるように線形または非線形に写像変換すると共に、

彩度方向に関しては上記入出力側の色再現範囲の重なる部分の中央部は写像変換せず、その周辺部のみを写像変換することを特徴とする請求項 1 記載の色推定方法。

【発明の詳細な説明】

【産業上の利用分野】

10

この発明は、例えばカラーハードコピーのカラー画像をカラーテレビ画像に再現する際に使用される色分解画像修正装置に適用して好適な色推定方法に関する。

【発明の背景】

カラーハードコピーのカラー画像をカラーテレビ画像に再現する場合、それぞれの表色系が相違する。すなわち、テレビ画像は加色法によりカラー画像が構成され、その表色系としてはR,G,B表色系が使用される。これに対して、ハードコピーは減色法によりカラー画像が構成され、その表色系としては例えばY,M,C座標系が使用される。このような場合、これらの表色系で画像データの変換、つまり色修正が行なわれる。

例えば、カラーハードコピーのカラー画像をカラーテレビ画像に再現する場合には、第21図に示すように、イエローY、マゼンタM、シアンC、スミKの画像データが色分解画像修正装置200に供給され、この修正装置200より赤R、緑G、青Bの画像データ（色修正データ）が出力され、この色修正データがテレビディスプレイ100に供給される。

ここで、Y,M,C,Kの画像データより色修正データを得る方法としてルックアップテーブルを参照する方法を用いることが考えられる。このルックアップテーブルに格納する色修正データを求める方法として、例えば特開昭63-254864号公報に記載されるような方法が提案されている。

すなわち、Y,M,C,Kの画像データの各組み合わせによるカラーパッチを出力して測色して表色系の値を求めると共に、R,G,Bの画像データの各組み合わせによるカラーパッチをカラーテレビディスプレイ上に表示して測色して表色系の値を求め、そして、カラーテレビディスプレイ上のカラーパッチを測色して求められた表色系の値を用いて、Y,M,C,Kの画像データの各組み合わせに対して、その組み合わせによるカラーハードコピーのカラーパッチを測色して求められる表色系の値と同じ値またはその表色系の値を基にして求めた値を得るR,G,Bの画像データを補間演算によって求めるものである。

【発明が解決しようとする課題】

ところで、一般にカラーテレビディスプレイのR,G,Bの画像データによる色再現範囲は、カラーハードコピーのY,M,C,Kによる色再現範囲よりも広がっている。

したがって、上述したようにY,M,C,Kの画像データに対して求められた表色系の値を、そのままR,G,Bの画像データに対する表色系の値に対応させてR,G,Bの画像データを求めるものによれば、R,G,Bの画像データによる色再現範囲内の狭い範囲の色しか存在せず、明度や彩度のレンジが狭いものとなり、低明度（高濃度）の色や、高彩度の色を再現できなくなり、コントラストや彩やかさに欠けた画像になる欠点があった。

そこで、この発明では、カラーハードコピーのカラー画像をカラーテレビ画像に再現する場合に明度および彩

度を良好に再現できるようにすることを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

この発明に係る色推定方法によれば、複数の入力色分解画像情報の各組み合わせに対する表色系の値を求めると共に、複数の出力色分解画像情報の各組み合わせに対する上記表色系の値を求め、複数の出力色分解画像情報各組み合わせに対して求められた表色系の値を用いて、入力色分解画像情報の任意の組み合わせに対する表色系の値と同じ値またはその表色系の値を基にして求めた値を得る出力色分解画像情報の組み合わせを求める色推定方法であって、

複数の出力色分解画像情報の各組み合わせに対して求められた表色系の値による出力側色再現範囲が複数の入力色分解画像情報の各組み合わせに対して求められた表色系の値による入力側色再現範囲より広いときには、入出力側の色再現範囲の比に応じて入力側色再現範囲が拡大するように、入力色分解画像情報の各組み合わせに対して求められた表色系の値を拡大写像し、この拡大写像した表色系の値と同じ表色系の値を得る出力色分解画像情報の組み合わせを求めるものである。

また、上述のよに拡大写像をする際、例えば、明度方向に関してはレンジを合わせるように線形または非線形に写像変換すると共に、彩度方向に関しては入出力側の色再現範囲の重なる部分の中央部は写像変換せず、その周辺部のみを写像変換するものである。

【作 用】

上述方法によれば、出力色再現範囲が入力色再現範囲より広い場合には、入出力側の色再現範囲の比に応じて入力色再現範囲が拡大するように、入力色分解画像情報の各組み合わせに対して求められた表色系の値を拡大写像し、この拡大写像した表色系の値に対応させて出力色分解画像情報の各組み合わせを求めるようにしているので、求められる出力色分解画像情報による色再現は出力色再現範囲全体をカバーするものとなり、充分な明度や彩度を再現できるものとなる。

【実 施 例】

以下、この発明の一実施例として、カラー印刷用のY,M,C,Kの画像データに対応するカラーテレビディスプレイのR,G,Bの画像データを得る場合について、図面を参照しながら説明する。

ここで、Y,M,C,K、R,G,Bの画像データは、いずれも8ビットで0～255の値をとるものとする。

第1図は、Y,M,C,Kの画像データに対応するR,G,Bの画像データを得るようにした色分解画像修正装置を示すものである。

同図において、イエローY、マゼンタM、シアンC、スミKの画像データ（印刷データ）は第1の色変換手段を構成するルックアップテーブル211～213に供給されて、イエローY'、マゼンタM'、シアンC'の画像データ

(圧縮印刷データ)に変換される。また、この圧縮印刷データ Y' , M' , C' はカラーマスキング装置220に供給されて、赤R, 緑G, 青Bの画像データ(表示データ)に変換される。

ルックアップテーブル211~213には、圧縮印刷データ Y' , M' , C' がそれぞれ格納されており、印刷データ(YとK)、(MとK)および(CとK)によってそれぞれの圧縮印刷データ Y' , M' , C' が参照される。

この Y' , M' , C' の画像データは、以下の方法で作成される。

①まず、8ビットの Y' , M' , C' の画像データによる各組み合わせによるカラーパッチを測色し、X,Y,Z表色系の値を求め、さらに L^ , u^* , v^* 表色系の値を求める。

この場合、 Y' , M' , C' の画像データの各々に対して、0.64, 128, 192, 255の5つの量子化レベルをとり、これらの各組み合わせによる色(5×5×5=125)のカラーパッチを作成する(第2図に図示)。

そして、カラーパッチを測色計で測定し、以下のよう

*10 の値を求める。

$$\begin{cases} X = K \int_{380}^{780} S(\lambda) \bar{X}(\lambda) R(\lambda) d\lambda \\ Y = K \int_{380}^{780} S(\lambda) \bar{Y}(\lambda) R(\lambda) d\lambda \\ Z = K \int_{380}^{780} S(\lambda) \bar{Z}(\lambda) R(\lambda) d\lambda \end{cases}$$

$$\left[\begin{array}{l} S(\lambda): \text{色の表示に用いる標準の} \\ \text{光の分光分布} \\ \bar{X}(\lambda), \bar{Y}(\lambda), \bar{Z}(\lambda): \text{X Y Z 表色系における} \\ \text{等色関数} \\ R(\lambda): \text{分光反射率} \\ K = 100 / \int_{380}^{780} S(\lambda) \bar{Y}(\lambda) d\lambda \\ x = X / (X + Y + Z) \quad y = Y / (X + Y + Z) \end{array} \right]$$

$$\begin{cases} L^* = 116 (Y / Y_n)^{1/3} - 16 \\ u^* = 13 L^* (u' - u'_n) \\ v^* = 13 L^* (v' - v'_n) \end{cases}$$

$$\left[\begin{array}{l} u' = 4X/(X+15Y+3Z) \quad u'_n = 4X_n/(X_n+15Y_n+3Z_n) \\ v' = 9Y/(X+15Y+3Z) \quad v'_n = 9Y_n/(X_n+15Y_n+3Z_n) \\ X, Y, Z: X Y Z \text{系における刺激値の値} \\ X_n, Y_n, Z_n: \text{完全拡散反射面の標準の光による} \\ \quad \quad \quad X Y Z \text{の値} \end{array} \right]$$

ここで、 $5 \times 5 \times 5 = 125$ の中間を内挿処理して $9 \times 9 \times 9 = 729$ にする。 $9 \times 9 \times 9 = 729$ の色のカラーパッチを印刷して測色してもよいが、測定数が多くなり時間がかかる。

このようにして L^*, u^*, v^* 表色系の値が Y', M', C' の画像データによる $9 \times 9 \times 9 = 729$ の色について求まる。第3図は、その値を L^*, u^*, v^* 表色系に示したものであり、以下これを印刷の色立体と呼ぶことにする。

②次に、 Y, M, C, K の画像データの各組み合わせによるカラーパッチを測色し、 X, Y, Z 表色系の値を求め、さらに L^*, u^*, v^* 表色系の値を求める。

この場合、等量の Y, M, C については0,64,128,192,255の5つの量子化レベルをとると共に、それぞれに対して K の画像データも0,64,128,192,255のレベルをとってカラーパッチを作成する。つまり、第4図に示すように、 $5 \times 5 = 25$ のカラーパッチが作成される。

そして、このカラーパッチを、①の処理と同様に、測色し、 X, Y, Z 表色系の値を求め、さらに L^*, u^*, v^* 表色系の値を求める。

③次に、②で求められた L^*, u^*, v^* 表色系の値の全てが Y', M', C' の組み合わせによる色立体に含まれるように、 Y', M', C' の色立体の L^* 値の最小値をより低くするよう L^* 値を低 L^* 値側に比例拡張しておいて、②で求められた L^*, u^*, v^* 表色系の値に対応する Y', M', C' の画像データの組み合わせを算出する。

すなわち、 Y, M, C と K との各組み合わせの色 ($5 \times 5 = 25$) に対応して求められた L^*, u^*, v^* 表色系の値を目標値 T' として与え、収束演算によって Y', M', C' の値を求める。

簡単のため、基本色を2色(例えば、 Y', M')として説明する。

第5図は Y, M 座標系であり、①の処理によって各格子点(例えば $5 \times 5 = 25$ 個)を L^*, u^*, v^* 表色系に写像すると、第6図に示すようになる。第7図は、③の処理によって Y, M, C と K との組み合わせ ($5 \times 5 = 25$ 個)を L^*, u^*, v^* 表色系に写像したものである。

まず、 Y, M, C と K との画像データの各組み合わせに対する L^*, u^*, v^* 表色系の値が、目標値 T' として与え

られる(第6図および第7図参照)。

この場合、目標値 T' が、第6図に示すように格子点 $a' \sim d'$ で囲まれる領域内にあるとき、 Y, M 座標系における Y', M' の組み合わせ(目標値 T) は、第5図に示すように格子点 $a \sim d$ で囲まれる領域内にあるものと推定される。

そして、目標値 T が格子点 $a \sim d$ によって形成される領域のどこにあるかは、第6図の表色系を第5図の座標系に対応付けながら、収束演算処理をして求める。このように収束演算処理をするのは、第5図の座標系から第6図の表色系への変換が既知であるにも拘らず、この逆の変換は非常に複雑で、未だ良好な変換式が知られていないためである。

目標値 T' が25個の格子点(第6図参照)によって形成される複数の領域のうちどの領域にあるかを求める。第9図に示すように領域 $S0'$ にあるときには、第8図に示すように目標値 T は領域 $S0'$ に対応した領域 $S0$ にあるものと推定する。

次に、推定された領域 $S0$ を4つの領域 $S1 \sim S4$ に等分する。5個の分割点 $e \sim i$ は既に求められている周囲の格子点を利用して重み平均によって算出する。そして、この分割点 $e \sim i$ に対応する値を L^*, u^*, v^* 表色系に変換したときの値を第9図の表色系にプロットし、プロットされた分割点 $e' \sim i'$ によって形成された4つの領域 $S1' \sim S4'$ のうちどの領域に目標値 T' があるかを求める。第9図に示すように領域 $S2'$ にあるときには、第8図に示すように目標値 T は領域 $S2'$ に対応した領域 $S2$ にあるものと推定する。

次に、推定された領域 $S2$ を4つの領域 $S5 \sim S8$ に等分する。5個の分割点 $j \sim n$ は既に求められている周囲の格子点および分割点を利用して重み平均によって算出する。そして、この分割点 $j \sim n$ に対応する値を L^*, u^*, v^* 表色系に変換したときの値を第9図の表色系にプロットし、プロットされた分割点 $j' \sim n'$ によって形成された4つの領域 $S5' \sim S8'$ のうちどの領域に目標値 T' があるかを求める。第9図に示すように領域 $S8'$ にあるときには、第8図に示すように目標値 T は領域 $S8'$ に対応した領域 $S8$ にあるものと推定する。

次に、推定された領域 $S8$ を4つの領域 $S9 \sim S12$ に等分

する。5個の分割点 $o \sim s$ は既に求められている周囲の格子点および分割点を利用して重み平均によって算出する。そして、この分割点 $o \sim s$ に対応する値を L^* , u^* , v^* 表色系に変換したときの値を第9図の表色系にプロットし、プロットされた分割点 $o' \sim s'$ によって形成された4つの領域 $S9' \sim S12'$ のうちどの領域に目標値 T' があるかを求める。第9図に示すように領域 $S10'$ にあるときには、第8図に示すように目標値 T は領域 $S10'$ に対応した領域 $S10$ にあるものと推定する。

このような領域の分割を繰り返すことによって格子は次第に小さくなり、ついには収束する。そして、収束した領域を形成する4つの格子点あるいは分割点を平均することによって目標値 T になる基本色の組み合わせが求められる。

以上のようにして求められた Y, M, C 等量と K との組み合わせに対する Y', M', C' の値を用いて、 Y と K から Y' を、 M と K から M' を、 C と K から C' を求めるようにして Y, M, C, K から Y', M', C' への変換を行なうことになる。

④以上のようにして Y, M, C と K の0, 64, 128, 192, 255の量子化レベルの組み合わせに対する Y', M', C' の画像データが得られるが、その他の量子化レベルに対応した Y', M', C' の画像データは、内挿処理によって補間する。

すなわち、補間処理は、補間すべき点を含む4つの格子点のデータに基づいて行なわれる。そして、この補間処理に際しては、第10図に示すように、入力 (Y, K) が与えられたとき、それを囲む4つの格子点による重み平均をとる。例えば、 U 点であれば、格子点 e, f, g, h の各*

*点の出力に重み係数を掛けて、 U' 点を求める。

以上の補間処理が格子点を除く0~255の量子化レベルの各点について行なわれ、入力 (Y, K) の全ての点に対応した Y' の画像データが算出される。

入力 (M, K) 、 (C, K) の全ての点に対応した M' 、 C' に関しても同様に算出される。

以上の①~④の処理によって求められる Y', M' および C' の画像データが、それぞれルックアップテーブル211、212および213に格納され、 (Y, K) 、 (M, K) および (C, K) でそれぞれ参照されることになる。

また、第1図におけるカラーマスキング装置220内には、圧縮印刷データ Y', M', C' より表示データ R, G, B を得るのにルックアップテーブルを備えることが考えられる。つまり、このルックアップテーブルには表示データ R, G, B が格納され、圧縮印刷データ Y', M', C' によって表示データ R, G, B が参照されることになる。

この R, G, B の画像データは、以下の方法で作成される。

⑤まず、 R, G, B の画像データの各組み合わせによるカラーパッチをテレビディスプレイに表示して測色し、 X, Y, Z 表色系の値を求め、さらに L^*, u^*, v^* 表色系の値を求める。

この場合、 R, G, B の画像データの各々に対して、0, 64, 128, 192, 255の5つの量子化レベルをとり、これらの各組み合わせによる色 $(5 \times 5 \times 5 = 125)$ を1色ずつテレビディスプレイ上に表示し、1色ずつ分光放射計を用いて測色し、以下のように X, Y, Z 表色系の値を求め、さらに L^*, u^*, v^* 表色系の値を求める。

$$\begin{cases} X = k \int_{380}^{780} S(\lambda) \bar{x}(\lambda) d\lambda \\ Y = k \int_{380}^{780} S(\lambda) \bar{y}(\lambda) d\lambda \\ Z = k \int_{380}^{780} S(\lambda) \bar{z}(\lambda) d\lambda \end{cases}$$

$$\left[\begin{array}{l} S(\lambda): \text{光源の分光放射} \\ \bar{x}(\lambda), \bar{y}(\lambda), \bar{z}(\lambda): \text{XYZ系における} \\ \text{等色関数} \\ k: 683 \text{ lm} \cdot \text{W}^{-1} \end{array} \right]$$

$$\begin{pmatrix} L^* = 116 (Y/Y_n)^{1/3} - 16 \\ u^* = 13 L^* (u' - u'_n) \\ v^* = 13 L^* (v' - v'_n) \end{pmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} u' = 4X/(X+15Y+3Z) & u'_n = 4X_n/(X_n+15Y_n+3Z_n) \\ v' = 9Y/(X+15Y+3Z) & v'_n = 9Y_n/(X_n+15Y_n+3Z_n) \end{bmatrix}$$

X, Y, Z : $X Y Z$ 系における刺激値の値

この式で、 X_n, Y_n, Z_n は標準の光D65の x, y となるような X, Y, Z の値である。 x, y と X, Y, Z との関係は次のようになる。

$$x = X/(X+Y+Z) \quad y = Y/(X+Y+Z)$$

D65の値は、 $x=0.3127$ 、 $y=0.3290$ であるので、 X_n, Y_n, Z_n は次式を満足するものとなる。

$$X_n/(X_n+Y_n+Z_n) = 0.3127$$

$$Y_n/(X_n+Y_n+Z_n) = 0.3290$$

X_n, Y_n, Z_n の絶対値のレベルを決定しなければならないが、 X, Y, Z の測定値のレベルに合わせるようにするため、白色($R=G=B=255$)を表示したときの X, Y, Z の値の Y に Y_n をほぼ等しくしている。

なお、 $5 \times 5 \times 5 = 125$ の中間を内挿処理して $9 \times 9 \times 9 = 729$ にする。 $9 \times 9 \times 9 = 729$ の色を表示して測色してもよいが、測定数が多くなり時間がかかる。

このようにして L^*, u^*, v^* 表色系の値が R, G, B の画像データによる $9 \times 9 \times 9 = 729$ の色について求まる。

この L^*, u^*, v^* 表色系の値を、

$$L^*_{out}$$

$$u^*_{out}$$

$$v^*_{out}$$

とする。第11図は、その値を L^*, u^*, v^* 表色系に示したものであり、以下これをテレビディスプレイの色立体と呼ぶことにする。

⑥次に、①で Y', M', C' の画像データの各組み合わせのカラーパッチを測色して求めた L^*, u^*, v^* 表色系の*

値を用いて、 Y', M', C' それぞれに0, 8, 16, ..., 240, 248の32の量子化レベルをとったときの、これらの各組み合わせによる色($32 \times 32 \times 32 = 32768$)の L^, u^*, v^* 表色系の値を内挿処理による補間によって求める。

この L^*, u^*, v^* 表色系の値を、

$$L^*_{in1}$$

$$u^*_{in1}$$

$$20 \quad v^*_{in1}$$

とする。

⑦次に、第12図に示すように、カラーハードコピーからカラーテレビディスプレイへの色再現においては、⑤の処理で求められる L^*, u^*, v^* 表色系の値 $L^*_{out}, u^*_{out}, v^*_{out}$ による色再現範囲(出力側色再現範囲) L_{out} は、一般に⑥の処理で求められる L^*, u^*, v^* 表色系の値 $L^*_{in1}, u^*_{in1}, v^*_{in1}$ による色再現範囲(入力側色再現範囲) L_{in} より広くなる。そこで、入出力側の色再現範囲の比に応じて入力側色再現範囲 L_{in} が拡大するように、⑥の処理で求められる表色系の値 $L^*_{in1}, u^*_{in1}, v^*_{in1}$ を拡大写像する。

30

本例においては、拡大写像をする際、明度方向はレンジを合わせるように線形に写像変換すると共に、彩度方向は入出力側色再現範囲の重なる部分の中央部は写像変換せず、その周辺部のみを写像変換する。

この場合、 L^*, u^*, v^* 表色系の値 L^*, u^*, v^* を、次式によって明度 L^* 、彩度 C^* および色相 θ に変換して写像変換を行なう。

$$< \text{明度} > L^*$$

$$< \text{彩度} > C^* = \sqrt{u^{*2} + v^{*2}}$$

$$< \text{色相} > \theta = \arctan(u^* / v^*)$$

[明度方向の変換]

※変換する。

全体のレンジを合わせるように、次式によって線形に※

$$L^*_{in2} = \left(\frac{L^*_{outmax} - L^*_{outmin}}{L^*_{in1max} - L^*_{in1min}} \right) \times (L^*_{in1} - L^*_{in1min}) + L^*_{outmin}$$

ここで、 $L * in1$ は変換前の明度の値、 $L * in1$ は変換後の明度の値である。

また、 $L * outmax$ および $L * outmin$ は、それぞれ出力側色再現範囲 $Lout$ の L 軸上の最大値および最小値である(第13図参照)。 $L * outmax$ は、 $R=G=B=255$ でテレビディスプレイに表示される白色を測色したときの $L * out$ の値である。 $L * outmin$ は、 $R=G=B=0$ でテレビディスプレイに表示される黒色を測色したときの $L * out$ の値である。

さらに、 $L * in1max$ および $L * in1min$ は、それぞれ入力側色再現範囲 Lin の L 軸上の最大値および最小値である(第13図参照)。 $L * in1max$ は、 $Y=M=C=0$ で白地のカラーパッチを測色したときの $L * in1$ の値である。 $L * in1min$ は、 $Y=M=C=255$ で印刷される黒色のカラーパッチを測色したときの $L * in1$ の値である。 *

$$C * in2 = \left(\frac{C * outmax - C * in2/3}{C * inmax - C * in2/3} \right) \times (C * in1 - C * in2/3) + C * in2/3$$

とする。

なお、 $C * inmax (Y', M', C')$ は次のようにして求める。 $C * outmax (R, G, B)$ も同様にして求めることができる。

すなわち、 Y', M', C' の画像データの各組み合わせについての $L *, u *, v *$ 表色系の値のうち、色立体の外表面となる組み合わせの値のみを明度 $L *$ 、彩度 $C *$ 、色相 θ に変換してメモリに格納しておく。因みに、色立体の外表面になる面は8面あり、それは Y', M', C' の画像データのいずれかが0または最大になる面である。

そして、第15図に示すように、変換しようとする彩度 $C * in1$ に対応する明度 $L *$ および色相 θ が含まれる格子上的位置を探しだし、その周囲の4点の彩度 $C *$ の値から重み付け平均して $C * inmax$ を求める。

以上のようにして、求められた明度 $L * in2$ 、彩度 $C * in2$ (色相 θ は変化せず)を $L *, u *, v *$ 表色系の値に変換する。これにより⑥の処理で求められた $L *, u *, v *$ 表色系の値 $L * in1, u * in1, v * in1$ は $L * in2, u * in2, v * in2$ に拡大写像される。

⑧次に、⑦で求められた $L *, u *, v *$ 表色系の値 $L * in2, u * in2, v * in2$ に対応する R, G, B の画像データの組み合わせを算出する。

すなわち、 Y', M', C' の各組み合わせの色 ($32 \times 32 \times 32 = 32768$) に対応して求められた $L * in2, u * in2, v * in2$ を、テレビディスプレイの色立体(第11図に図示)に目標値 T' として与え、収束演算によって Y', M', C' の各組み合わせに対する R, G, B の値を求める。収束演算は、上述の第5図～第9図で説明したと同様であるので、説明は省略する。

以上の⑤～⑧の処理によって求められる Y', M', C'

* [彩度方向の変換]

明度を上述したように変換したのち、 $u * in1, v * in1$ による彩度 $C * in1$ を、彩度 $C * in2$ に変換する。

この場合、入力側色再現範囲 Lin 内で、変換しようとする彩度 $C * in1$ に対応する明度および色相での彩度の最大値 $C * inmax$ およびその2/3の値 $C * in2/3$ を求める(第14図参照)。

また、出力側色再現範囲 $Lout$ 内で、変換しようとする彩度 $C * in1$ に対応する明度および色相での彩度の最大値 $C * outmax$ を求める(第14図参照)。

そして、次のように彩度 $C * in2$ を求める。

$C * in1 \leq C * in2/3$ のときには、

$C * in2 = C * in1$

とし、 $C * in1 > C * in2/3$ のときには、

の画像データの各組み合わせに対する R, G, B の画像データがカラーマスキング装置220内のルックアップテーブル(LUT)に格納され、 Y', M', C' の画像データでそれぞれ参照されることになる。

つぎに、 Y', M', C' の画像データより R, G, B の画像データを得るカラーマスキング装置220の一例について説明する。

ところで、LUTに全ての Y', M', C' の画像データの組み合わせに対応する R, G, B の画像データを格納するとすれば、LUTの容量が膨大となる。

そこで、本出願人は、メモリ容量の削減化を図るため、 Y', M', C' の画像データで形成される色空間を複数の基本格子に分割し、LUTにはその頂点に位置する Y', M', C' の画像データの組み合わせに対する R, G, B の画像データを格納し、 Y', M', C' の画像データの組み合わせに対する R, G, B の画像データが存在しないときには、この Y', M', C' の画像データ(補間点)が含まれる基本格子の頂点の R, G, B の画像データの重み平均によって R, G, B の画像データを得ることを提案した。

この意味で、上述したように Y', M', C' の画像データの $32 \times 32 \times 32 = 23768$ 個の組み合わせに対応する R, G, B の画像データのみが求められ、これがLUTに格納される。

例えば、第16図に示すように、頂点A～Hで構成される基本格子内に補間点Pが存在する場合には、それぞれその頂点に対して対角位置の頂点と補間点Pとで作られる直方体の体積が、頂点A～Hの R, G, B の画像データに対する重み係数として使用される。

すなわち、この補間点Pが含まれる基本格子の頂点A～Hの R, G, B の画像データを Ri, Gi, Bi ($i = 1 \sim 8$)、

15

頂点A～HのR,G,Bの画像データに対する重み係数を A_i
($i = 1 \sim 8$) とすれば、補間点PのR,G,Bの画像デー *

16

* R_p, G_p, B_p は次式によって算出される。

$$R_p = (1 / \sum_{i=1}^8 A_i) \cdot \sum_{i=1}^8 A_i R_i$$

$$G_p = (1 / \sum_{i=1}^8 A_i) \cdot \sum_{i=1}^8 A_i G_i$$

$$B_p = (1 / \sum_{i=1}^8 A_i) \cdot \sum_{i=1}^8 A_i B_i$$

... (1)

このような補間処理では、補間点のR,G,Bの画像データ R_p, G_p, B_p を算出する場合には、それぞれについて8回の乗算累積処理が必要となる。

本出願人は、この乗算累積処理の回数を少なくできる補間処理を提案した。

第17図に示すように、頂点A～Hで構成される基本格子に対して、1点鎖線によって計6個の三角錐が形成される。補間点Pの座標が(5,1,2)であるときには、その補間点Pは第18図に示すように頂点A,B,C,Gによって形成される三角錐Tに含まれることわかる。

三角錐Tが決定されると、第18図に示すように、次に補間点Pと頂点A,B,C,Gとが結ばれて、計4個の新たな三角錐が形成され、それぞれの体積 $VBCGP, VACGP, VABGP, VABCP$ が求められる。これらの体積と頂点A,B,C,GのR,G,Bの画像データ $R_A \sim R_G, G_A \sim G_G, B_A \sim B_G$ とから、補間点PのR,G,Bの画像データ R_p, G_p, B_p は次式によって算出される。

$VABCG$ は三角錐Tの体積である。

$$\begin{aligned} R_p &= 1/VABCG (VBCGP \cdot R_A \\ &\quad + VACGP \cdot R_B + VABGP \cdot R_C + VABCP \cdot R_G) \\ G_p &= 1/VABCG (VBCGP \cdot G_A \\ &\quad + VACGP \cdot G_B + VABGP \cdot G_C + VABCP \cdot G_G) \\ B_p &= 1/VABCG (VBCGP \cdot B_A \\ &\quad + VACGP \cdot B_B + VABGP \cdot B_C + VABCP \cdot B_G) \end{aligned}$$

... (2)

補間点Pの座標が異なれば、使用する三角錐Tも異なることになる。例えば、補間点Pの座標が、P(3,1,5)であるときには、この補間点Pは、第19図に示すように、頂点A,C,D,Gによって形成される三角錐Tに含まれるので、この三角錐Tが使用される。

このように、三角錐を利用した補間処理では、4回の乗算累積処理によって補間点のR,G,Bの画像データ R_p, G_p, B_p を算出できる。

第20図はカラーマスキング装置の具体構成例である。

同図において、20は色修正データ記憶手段であり、この記憶手段20を構成するルックアップテーブル(MLUT)21R～21Bには、それぞれR,G,Bの色修正データが格納さ

れる。

ところで、MLUT21R～21Bとしては、例えば256Kビット容量のROMが使用され、上述したように Y', M', C' の画像データの最小レベルから最大レベルまでの間の32点だけが抽出され、MLUT21R～21Bのそれぞれには $32 \times 32 \times 32 = 32768$ 点の画像データが格納される。

この場合、 Y', M', C' の画像データは8ビットであり、256階調を有しており、32点の配分は、例えば0から順に「8」ずつ区切って

0, 8, 16, ..., 240, 248

の合計32個となるように等分に行なわれ、33点目となる249以上255までは使用されないか、若しくは248として扱われる。

このような各配分点の、つまり基本格子間隔が8量子化レベルである基本格子の頂点のR,G,Bの画像データが上述した⑤～⑧の処理で算出され、この算出された画像データがMLUT21R～21Bに格納される。

また、60は重み係数記憶手段を構成するルックアップテーブル(WLUT)である。WLUT60には、各補間点に対応した重み係数が格納される。

立方体を利用した補間処理の場合、上述したように基本格子間隔が8量子化レベルであるとき、8回の重み係数の合計は、

$$8 \times 8 \times 8 = 512$$

となるが、これが256となるように正規化される。また、WLUT60として、8ビットの汎用ICを使用できるように、重み係数の最大値は255とされる。例えば、補間点Pが、第16図の頂点Aと同じ位置にあった場合、重み係数 $P_1 \sim P_8$ は次のようになる。

$$\begin{aligned} &P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6, P_7, P_8 \\ &255, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1 \\ &(512, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) \end{aligned}$$

となり、重み係数の総和は、常に256となる。

また、三角錐を利用した補間処理の場合、上述したように基本格子間隔が8量子化レベルであるとき、4回の重み係数の合計は、

$$8 \times 8 \times 8 / 6 = 512 / 6$$

17

となるが、これが256となるように正規化される。また、WLUT60として、8ビットの汎用ICを使用できるように、重み係数の最大値は255とされる。例えば、補間点Pが、第17図の頂点Aと同じ位置にあった場合、重み係数VBCGP,VACGP,VABGP,VABCPは次のようになる。

VBCGP,VACGP,VABGP,VABCP

255,0,0,1

(512/6,0,0,0)

となり、重み係数の総和は、常に256となる。

Y',M',C'の画像データは、アドレス信号形成手段40を構成するルックアップテーブル(PLUT)41Y~41Cに供給されると共に、このPLUT41Y~41Cにはコントローラ50より振り分け信号が供給される。

PLUT41Y~41CからはY',M',C'の画像データの上位5ビット(補間点Pが含まれる基本格子の頂点の基準点を表す)に対応した5ビットのアドレス信号が出力され、それぞれMLUT21R~21Bに供給される。

立方体を利用した補間処理の場合、振り分け信号に基づいて、補間点Pが含まれる基本格子の8個の頂点がMLUT21R~21Bで順次指定されるように、5ビットのアドレス信号が順次出力される。

三角錐を利用した補間処理の場合、振り分け信号に基づいて、補間点Pが含まれる三角錐の4個の頂点がMLUT21R~21Bで順次指定されるように、5ビットのアドレス信号が順次出力される。

MLUT21R~21Bより出力されるR,G,Bの画像データは、それぞれ乗算累積手段30を構成する乗算器(MTL)31R~31Bに供給される。

また、PLUT41Y~41CからはY',M',C'の画像データの下位3ビット(補間点Pの基本格子内の位置を表す)が重み係数指定信号として出力され、この重み係数指定信号はWLUT60に供給される。このWLUT60にはコントローラ50より振り分け信号が供給され、この振り分け信号に基づいて重み係数が順次出力される。

立方体を利用した補間処理の場合、補間点Pが含まれる基本格子の8個の頂点がMLUT21R~21Bで順次指定されるのに対応して、8個の重み係数P1~P8が順次出力される。

三角錐を利用した補間処理の場合、補間点Pが含まれる三角錐の4個の頂点がMLUT21R~21Bで順次指定されるのに対応して、4個の重み係数が順次出力される。

WLUT60より出力される重み係数はMTL31R~31Bに供給される。そして、このMTL31R~31Bでは、MLUT21R~21Bより出力されるR,G,Bの画像データ(8ビット)と、WLUT60からの重み係数(8ビット)との乗算が行なわれる。

MTL31R~31Bの上位8ビットの乗算出力は、それぞれ累積器(ALU)32R~32Bに供給されて加算処理される。このALU32R~32Bには、コントローラ50よりリセット信号が供給される。

18

立方体を利用した補間処理の場合、補間点Pが含まれる基本格子の8個の頂点に対応して順次加算処理が行なわれて、その結果が後述するラッチ回路でラッチされるたびにリセットされる。

三角錐を利用した補間処理の場合、補間点Pが含まれる三角錐の4個の頂点に対応して順次加算処理が行なわれて、その結果が後述するラッチ回路でラッチされるたびにリセットされる。

上述したように、立方体を利用した補間処理の場合の8個の重み係数の総和、および三角錐を利用した補間処理の場合の4個の重み係数の総和は256となるようにされている。本例においては、MTL31R~31Bの乗算出力の上位8ビットが使用され、いわゆる8ビットシフトが行なわれるので、これによって(1)式における

$$1/\sum_i A_i$$

および(2)式における $1/VABCG$ の処理が行なわれることとなる。

乗算累積手段30を構成するALU32R~32Bの出力は、それぞれラッチ回路71R~71Bに供給される。このラッチ回路71R~71Bにはコントローラ50よりラッチパルスが供給される。

立方体を利用した補間処理の場合、補間点Pが含まれる基本格子の8個の頂点に対応して順次加算処理された結果がラッチされる。

三角錐を利用した補間処理の場合、補間点Pが含まれる三角錐の4個の頂点に対応して順次加算処理された結果がラッチされる。

したがって、このラッチ回路71R~71Bからは、立方体を利用した補間処理の場合には(1)式で示され、三角錐を利用した補間処理の場合には(2)式で示される補間点PのR,G,Bの画像データが出力される。

なお、本実施例においては、カラーハードコピーの色分解画像の基本色をY,M,C,Kの4色として説明したが、Y,M,Cの3色の場合にも同様に本方法を適用できる。その場合には、Y',M',C'に直接にY,M,Cのデータを用いればよく、そのときは、Y,M,C,KからY',M',C'を求めるための部分が除かれることになる。

本例の方法においては、入出力側の色再現範囲LinおよびLoutの比に応じて、Y',M',C'の画像データに対して求められた表色系の値 $L \cdot in1, u \cdot in1, v \cdot in1$ を拡大写像し、この拡大写像で求められた値 $L \cdot in2, u \cdot in2, v \cdot in2$ に対応させてR,G,Bの画像データを求めるので、このR,G,Bの画像データによる色再現は、R,G,Bの画像データによるテレビディスプレイの色再現範囲全体をカバーすることができ、十分な明度や彩度のレンジを有するものとできる。すなわち、充分なコントラストや彩やかさを有するテレビ画像を再現することができる。

なお、上述実施例においては、明度方向の変換を線形に行なうものを示したが、これに限定されるものではない

19

い。場合によっては、非線形に変換を行なうことも考えられる。

また、上述実施例においては、表色系として、 L^* , u^* , v^* 表色系を用いたものであるが、この代わりに R, G, B 表色系、 X, Y, Z 表色系、 L^* , a^* , b^* 表色系等その他の表色系を用いるものにも同様に適用することができる。

【発明の効果】

以上説明したように、この発明によれば、入出力側の色再現範囲の比に応じて入力色再現範囲が拡大するように、入力色分解画像情報に対して求められた表色系の値を拡大写像し、この拡大写像した表色系の値に対応させて出力色分解画像情報を求めるようにしているの、求

20

められる出力色分解画像情報による色再現は出力色再現範囲全体をカバーするものとなり、十分な明度や彩度のレンジを有するものとできる。

【図面の簡単な説明】

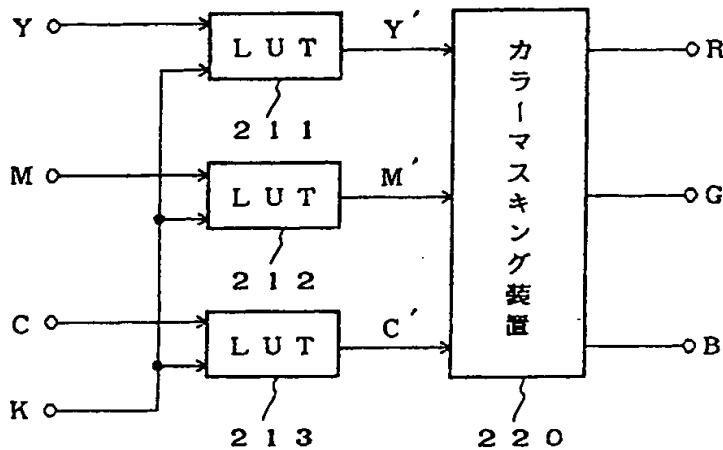
第1図～第15図はこの発明に係る色推定方法の説明のための図、第16図～第19図は補間処理の説明のための図、第20図はカラーマスキング装置の構成図、第21図は従来方法の説明のための図である。

100……テレビディスプレイ

200……色分解画像修正装置

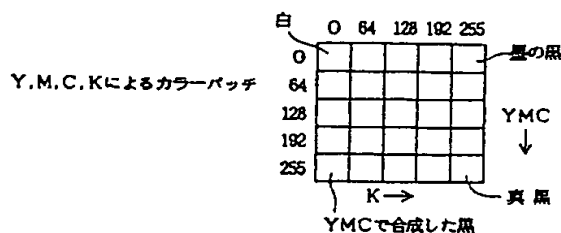
220……カラーマスキング装置

【第1図】

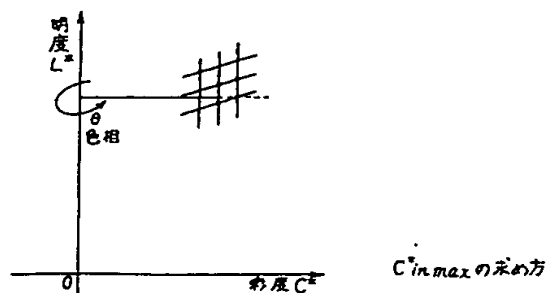


色分解画像修正装置の説明図

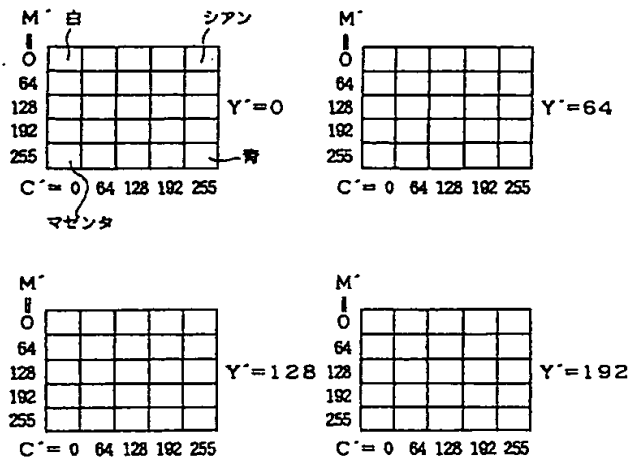
【第4図】



【第15図】

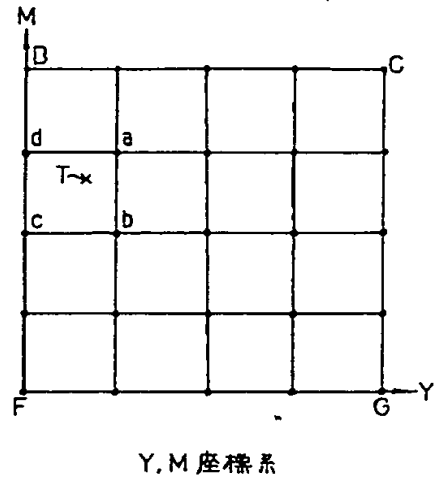


【第2図】



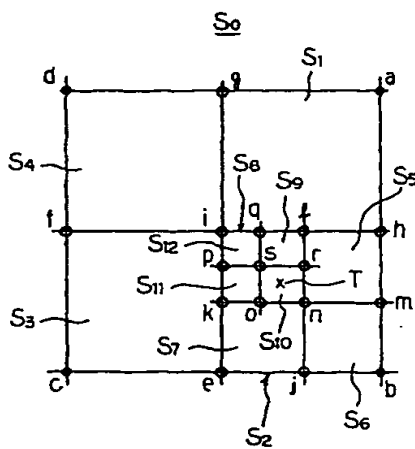
Y', M', C' によるカラーパッチ

【第5図】



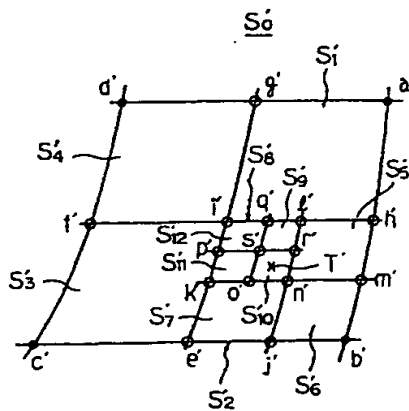
Y, M 座標系

【第8図】



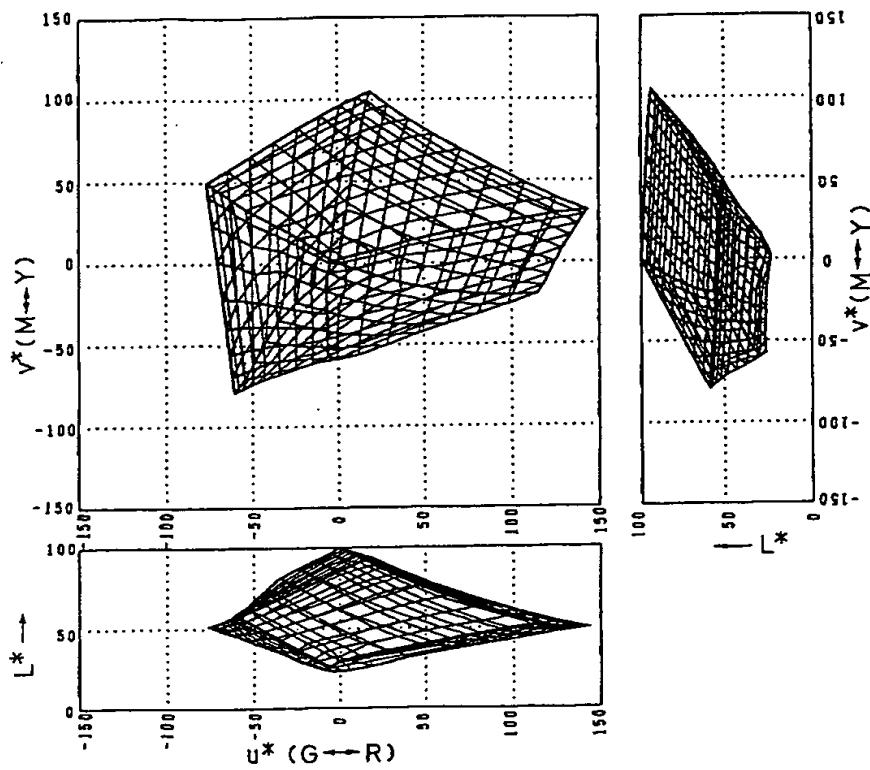
Y, M 座標系

【第9図】



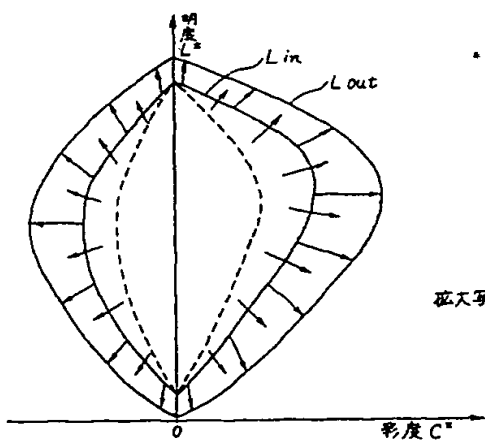
明度および彩度を示すY色系

【第3図】



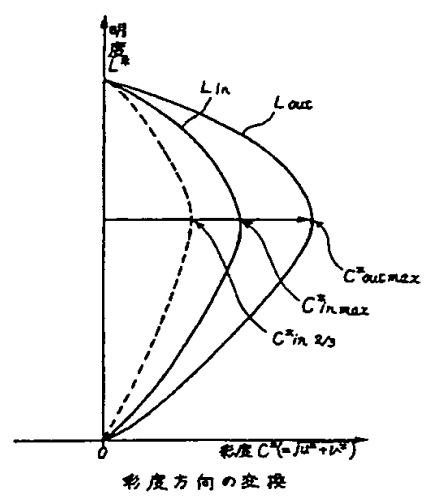
印刷の色立体

【第12図】



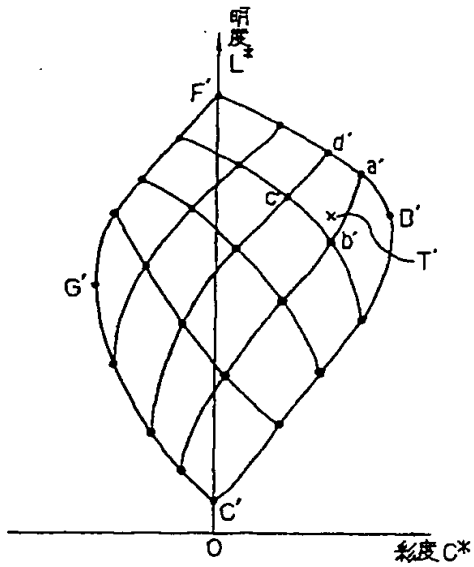
拡大画像の説明図

【第14図】



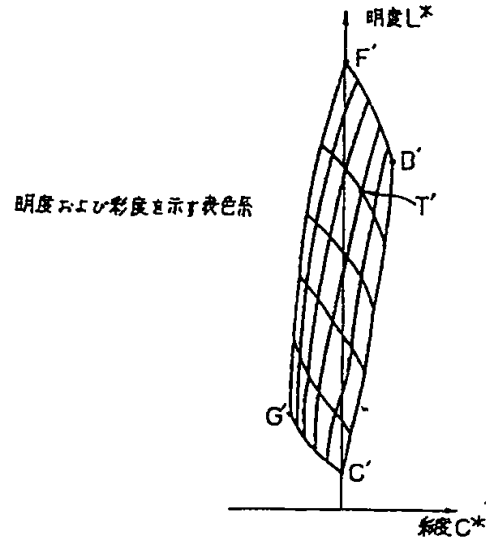
彩度方向の交換

【第6図】



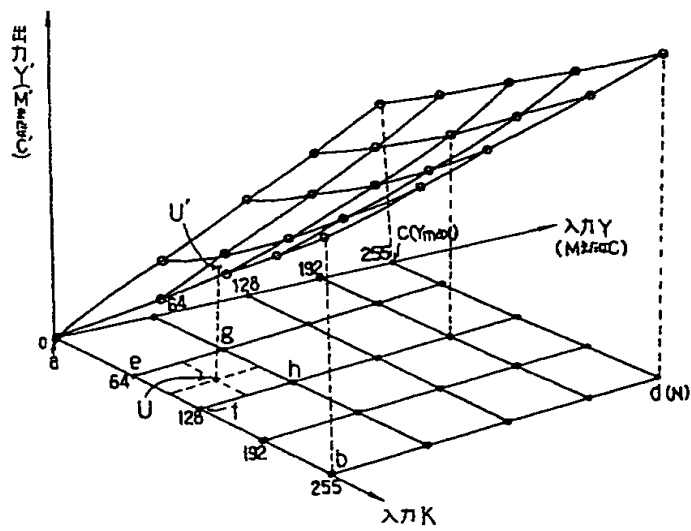
明度および彩度を示す表色系

【第7図】



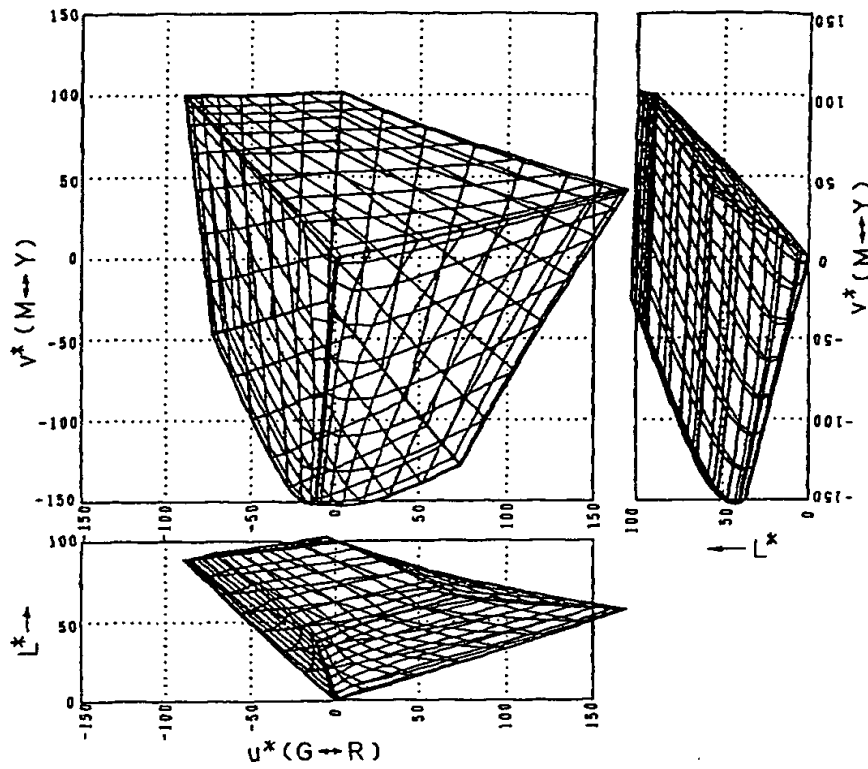
明度および彩度を示す表色系

【第10図】



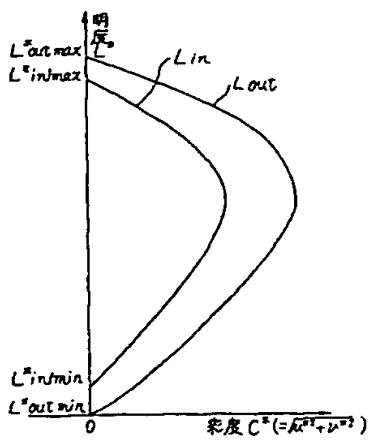
補間処理の説明図

【第 1 1 図】



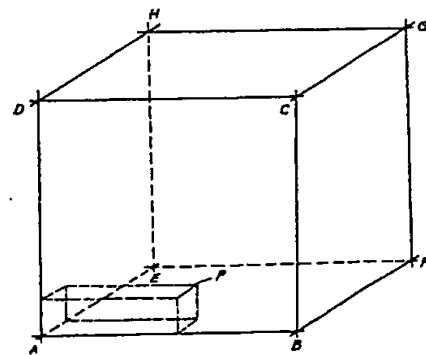
テレビディスプレイの色立体

【第 1 3 図】



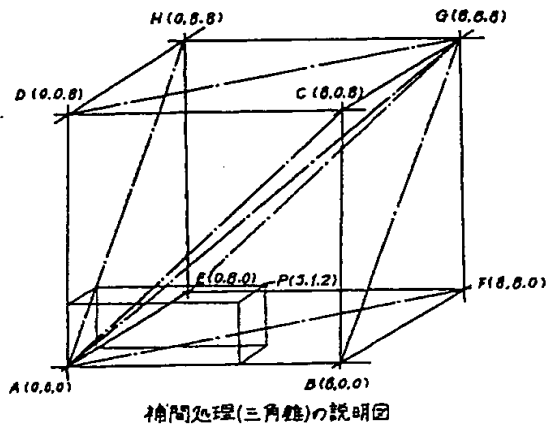
明度方向の交換

【第 1 6 図】

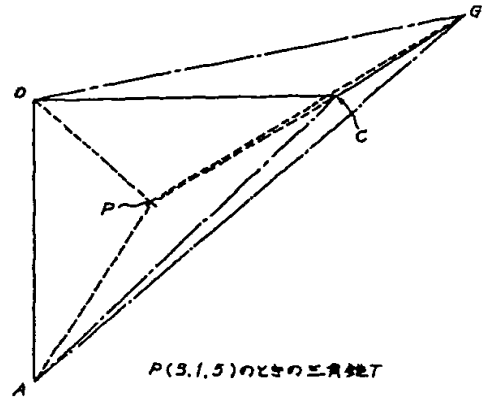


補間処理(立方体)の説明図

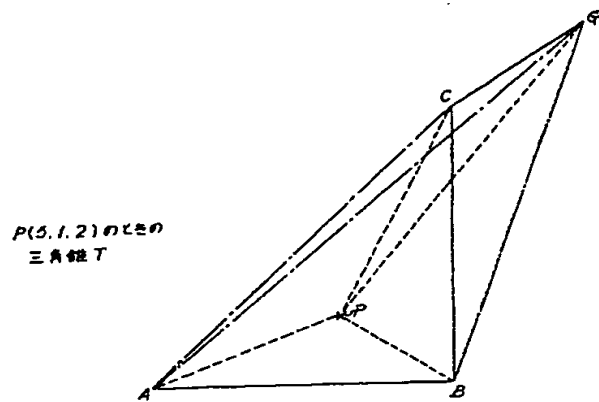
【第 1 7 図】



【第 1 9 図】

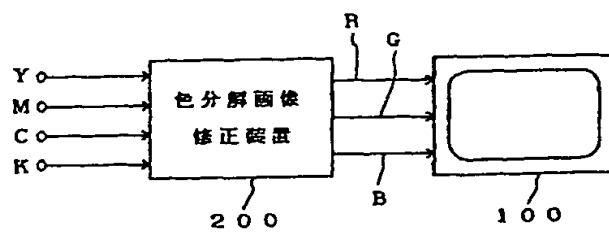


【第 1 8 図】



【第 2 1 図】

色分解画像修正装置の説明図



【第20図】

